

FP. 180

LA

LUMIÈRE ÉLECTRIQUE

JOURNAL UNIVERSEL D'ÉLECTRICITÉ

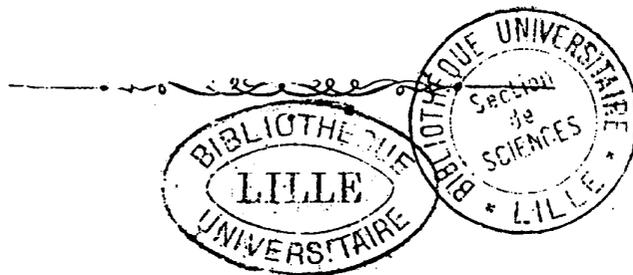
Revue Scientifique Illustrée

APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ

LUMIÈRE ÉLECTRIQUE — TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONE

SCIENCE ÉLECTRIQUE, ETC.

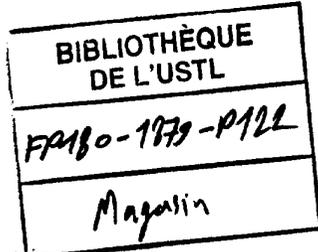
PREMIER VOLUME



PARIS

AUX BUREAUX DU JOURNAL

22 — Place Vendôme — 22



DES
APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ

A LA SÉCURITÉ DES CHEMINS DE FER

Les nombreux accidents qui ont eu lieu dans ces derniers temps sur les chemins de fer ont ému de nouveau l'opinion publique, et beaucoup de personnes ont demandé comment il se faisait qu'avec tous les moyens d'avertissement perfectionnés que les progrès de la science ont mis entre nos mains, on ne fût pas encore parvenu à prévenir des catastrophes toujours désastreuses. Il est certain que le public a d'autant plus raison de se plaindre, que les moyens de prévenir les collisions par des avertissements donnés à temps ne manquent pas. Depuis plus de trente ans, de nombreux systèmes électriques ont été proposés dans ce but, mais les compagnies de chemins de fer, en général, ont repoussé impitoyablement toutes les propositions qui leur ont été faites. Cependant il y a eu quelques progrès réalisés dans ces derniers temps dans différents pays, et nous sommes heureux de constater qu'au chemin de fer du Nord et au chemin de fer de l'Ouest quelques-uns de ces systèmes ont été mis en essai; mais ce qui est désolant, c'est que souvent, quand ces systèmes ont été installés et qu'ils ont produit de bons résultats, on est tout étonné de voir qu'ils ne sont pas mis en état de fonctionner. Ainsi, par exemple, au chemin de fer de Lyon, j'ai pu constater, toutes les fois que j'ai voyagé sur cette ligne, que les fils de liaison électrique entre les wagons des convois, qui avaient été établis pour permettre d'avertir les conducteurs de trains quand un danger menaçait les voyageurs, n'étaient jamais accrochés et par conséquent rendaient tout le système complètement inutile; pourtant cette précaution était devenue réglementaire à la suite des assassinats qui ont eu lieu sur cette ligne. Or, il n'y a qu'un sur les lignes du Nord que ce service ait été ponctuellement suivi. Cette négligence tient sans doute à la très-grande rareté de ces sortes d'accidents, lesquels ne se sont pas produits depuis l'établissement de ces moyens préservateurs; mais il n'est pas dit qu'un jour, faute de cette précaution, de nouveaux malheurs ne soient pas à déplorer. Dans tous les cas, il vaut toujours mieux pécher par excès de précaution.

S'il en est déjà ainsi pour des moyens de sécurité d'une application si facile, on ne doit pas être étonné que tous les systèmes proposés pour la sécurité des convois aient été très-mal accueillis; car, dans leur application, il pouvait se présenter certaines difficultés techniques pour le fonctionnement régulier des appareils et des frais considérables qui ne pouvaient profiter nullement aux compagnies au point de vue commercial. Pourtant plusieurs de ces systèmes permettaient de prévenir automatiquement les trains en mouvement de leur trop grand rapprochement; ils permettaient même d'échanger des correspondances télégraphiques entre ces trains et les stations, et même entre deux trains consécutifs; mais les compagnies jusqu'à présent n'ont pas voulu entrer dans

cet ordre d'idées, et le peu qu'elles ont fait pour satisfaire l'opinion publique, a été de perfectionner les moyens de surveillance en les aidant de services télégraphiques plus ou moins compliqués.

Les objections faites par les ingénieurs des compagnies aux systèmes électro-automatiques, pouvaient se résumer de la manière suivante:

1° Les moyens électriques ne sont pas assez sûrs pour que l'on puisse leur confier la sécurité des chemins de fer.

2° Ces moyens employés concurremment avec la surveillance intelligente apportée dès l'origine à la sécurité des chemins de fer rendraient les surveillants moins attentifs, endormiraient leur responsabilité et l'on se trouverait dès lors exclusivement exposé au caprice de l'électricité.

Cette dernière objection a dû être en partie écartée par ceux mêmes qui en étaient partisans, à la suite d'expériences qui ont été faites au chemin de fer du Nord, et qui ont montré que certains moyens automatiques qui ont été employés concurremment avec la surveillance dont il a été parlé, ont parfaitement réussi. Mais dans l'espérance de satisfaire tout le monde, on s'est imaginé depuis quelques années d'établir ce que l'on appelle le *block system*, c'est-à-dire des systèmes électro-sémaphoriques placés aux différents points de la voie et dont le fonctionnement moitié électrique, moitié mécanique, étant confié à des agents spéciaux, entraîne leur responsabilité comme les autres services de chemins de fer. Il est vrai que ces systèmes sont infiniment plus dispendieux que ceux qui avaient été proposés dès l'origine, puisqu'ils nécessitent un assez grand nombre de postes spéciaux et un personnel plus considérable; mais on les croit plus sûrs, et d'ailleurs ils satisfont certains amour-propres. Quoique dans les deux premières éditions de mon *Exposé des applications de l'électricité*, je me sois un peu élevé contre ces prétentions des ingénieurs des chemins de fer, je suis obligé de convenir que leur première objection avait une véritable valeur, et cette objection était d'autant plus sérieuse que le mode des liaisons électriques entre les wagons entraînait alors de grandes difficultés; mais toutes les inventions se perfectionnent, et aujourd'hui que l'on peut voir fonctionner régulièrement le sifflet auto-moteur de MM. Lartigue, Forest et Digney, on ne peut pas dire que la communication d'un train en mouvement avec une station soit impossible dans des conditions données; or telle était la base de la plupart des systèmes qui ont été proposés pour la sécurité des chemins de fer, et qui peuvent aujourd'hui être parfaitement appliqués.

Les différents systèmes électriques pour la sécurité des chemins de fer peuvent être divisés en plusieurs catégories, que l'on peut répartir en deux grandes divisions; 1° ceux qui sont dès aujourd'hui appliqués sur les lignes de chemins de fer; 2° ceux qui ne le sont pas encore, et qui ont à peu près tous pour base des effets automatiques.

Dans la première classe, nous aurons à citer: 1° les systèmes télégraphiques pour l'échange des ordres et des dépêches; 2° les appareils pour couvrir les stations; 3° les appareils pour couvrir les trains; 4° les appareils électriques pour le service de la voie et des convois.

Dans la seconde classe, nous aurons à citer : 1° les systèmes indicateurs et télégraphiques ; 2° les systèmes contrôleurs ; 3° les systèmes automatiques par avertissement.

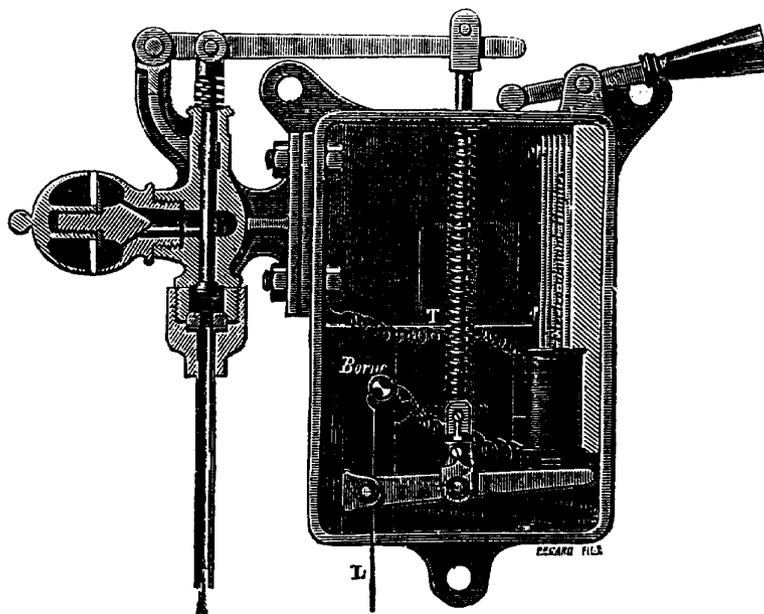
Il n'entre pas dans notre cadre de détailler ici tous ces systèmes que nous avons longuement décrits dans notre *Exposé des applications de l'électricité*, tome IV, pages 453-555, et tome V pages 1-47. Nous nous contenterons d'exposer les différents effets qu'ils sont destinés à produire.

Nous ne parlerons pas des systèmes télégraphiques dont tout le monde connaît les fonctions, qui signalent le départ et l'arrivée des trains aux stations, qui transmettent les ordres de service et les réclamations des voyageurs. Ce sont de simples télégraphes plus ou moins perfectionnés qui varient suivant l'importance des stations et qui appartiennent soit à la classe des télégraphes à cadran, soit à la classe des télégraphes Morse, soit même à la classe des télégraphes

imprimeurs. Ils ont comme accessoires les parafoudres, le commutateurs, les galvanomètres, les sonneries et autres appareils qui font partie d'un poste télégraphique. Sur certaines lignes, on emploie quelquefois même des appareils d'appel disposés de manière à fournir l'appel d'une station quelconque de la ligne sans troubler les autres. L'un des systèmes les plus perfectionnés de ce genre est celui de M. Daussin.

Systèmes pour couvrir les gares. — Les systèmes pour couvrir les gares se rattachent à ces disques à signaux que chacun a pu remarquer au haut d'un mât à l'approche des stations, et qui, étant manœuvrés de ces stations mêmes, indiquent au convoi si la voie est libre ou fermée à la gare.

Le plus souvent ces disques sont manœuvrés mécaniquement au moyen d'un levier à excentrique qui agit sur deux fils de traction et qui fait accomplir à ces disques un demi-



Sifflet automoteur.

tour sur eux-mêmes pour chaque mouvement de ce levier ; mais comme par suite de la traction exercée sur eux ces fils peuvent venir à se rompre ou tout au moins à s'allonger, et que d'ailleurs la manœuvre en est difficile, surtout lorsque le chemin présente, dans le voisinage des gares, des courbes prononcées, on pouvait désirer que ces disques fussent mis en action sous une influence électrique, et plusieurs systèmes plus ou moins ingénieux ont été imaginés dans ce but. A l'Exposition universelle de 1878, dans les sections allemandes, on a pu voir plusieurs dispositifs de ce genre qui sont employés sur les réseaux autrichiens ; mais en France on a renoncé à ces moyens, et on s'est borné à perfectionner les systèmes déjà employés en leur appliquant des appareils de contrôle fonctionnant électriquement ; car le point important pour que les disques signaux soient d'une parfaite efficacité, est d'abord que celui qui les manœuvre soit assuré qu'ils ont bien fonctionné, en second lieu que le mécanicien

qui conduit les trains soit forcément averti, même en cas de distraction ou de brouillard, du signal qui indique que la voie est fermée, enfin, que l'on soit prévenu à la station si la lanterne qui éclaire les disques pendant la nuit est bien allumée.

Le premier problème a été résolu facilement au moyen d'une sonnerie trembleuse fixée dans le voisinage du levier de manœuvre et dont le tintement se fait entendre tout le temps que le disque est tourné à l'arrêt ; dans certains systèmes un appareil indicateur répète même à la station le mouvement du disque. Mais on préfère généralement l'emploi de la sonnerie simple. M. Lartigue a perfectionné d'une manière très-ingénieuse ce système.

Pour le contrôle des signaux de nuit, plusieurs systèmes ont été imaginés par MM. Dufau, Hardy, Boucher, Coupau, Preece, Morot, etc. Ils sont presque tous fondés sur la dilatation d'un thermomètre métallique qui coupe le circuit

de la sonnerie de contrôle quand il est échauffé par la flamme de la lanterne, et qui le rétablit quand celle-ci est éteinte. Toute la difficulté du problème consistait à rendre cette action la plus prompte possible, et c'est dans les moyens employés pour résoudre cette difficulté que gît la différence de tous ces systèmes, qui peuvent être d'ailleurs complétés par des indicateurs électro-magnétiques. Mais ces systèmes ont perdu de leur importance depuis l'invention du sifflet automateur de MM. Lartigue, Forest et Digney.

Ce sifflet, que nous représentons dans la figure ci-dessus, étant placé sur une locomotive, se trouve mis en jeu par une action électro-magnétique, toutes les fois que le disque, au moment du passage d'un train est placé au rouge, c'est-à-dire sur le signal d'arrêt, et en même temps la sonnerie de contrôle est mise en action à la station. Il en résulte que, quand bien même ce disque à signaux ne serait pas visible au mécanicien, soit par un effet de brouillard, soit par l'extinction de la lanterne pendant la nuit, le mécanicien se trouverait toujours averti de l'arrêt qu'il doit faire par ce sifflet qui se trouve auprès de lui et qui, étant actionné par la vapeur, produit un bruit plus que suffisant pour l'avertissement.

Pour obtenir cet effet, il a fallu employer ce que l'on appelle un *contact-glissant*, c'est-à-dire une lame métallique de deux mètres de longueur environ placée contre le rail et isolée convenablement : contact sur lequel vient frotter une sorte de balai métallique placé sous la locomotive et qui est mis en rapport avec le système électro-magnétique du sifflet et le circuit du disque par l'intermédiaire du sol. Or, c'est ce contact auquel on a donné le nom de *crocodile*, et dont l'action a été toujours reconnue satisfaisante, qu'on retrouve dans presque tous les systèmes automatiques dont nous aurons à parler et dont on n'avait jamais voulu admettre jusqu'ici le bon fonctionnement. Il nous est donc permis, d'après cela, d'espérer que ces systèmes pourront être un jour appliqués d'une manière satisfaisante.

A la gare du Nord, le circuit de l'avertisseur de la manœuvre des disques signaux est relié à un chronographe disposé derrière l'horloge du bureau de contrôle et qui enregistre sur une bande de papier l'heure à laquelle le disque a été manœuvré; cette disposition a été prise en vue de savoir, en cas d'accident, à qui revient la faute. Il est certain que si un accident se produit en gare par la faute de celui qui est chargé de la manœuvre des disques, cette manœuvre ne sera pas indiquée sur le chronographe, et le mécanicien du train qui a causé l'accident ne pourra pas être accusé du malheur. Au contraire, si cette manœuvre est indiquée, c'est le mécanicien qui est fautif. Déjà ce système a permis plusieurs fois, au chemin de fer du Nord, d'établir les faits sous leur véritable jour.

Systèmes pour couvrir les trains. — Dans les premiers temps de l'exploitation des chemins de fer et même jusqu'à une époque très-récente, les moyens employés pour éviter les collisions étaient basés sur un intervalle de temps réglementaire qui devait séparer entre eux les différents trains dans leur succession sur la voie et qui ne pouvait être diminué. Cet intervalle de temps avait été fixé généralement à

10 minutes; de sorte que pendant les 10 minutes qui suivent le passage ou le départ d'un train à une station, on ne pouvait expédier ni un autre convoi ni même une machine.

Il est facile de comprendre que ce système avait de graves inconvénients, car, indépendamment des pertes de temps qu'il occasionnait sur les lignes très-encombrées, une foule de causes accidentelles pouvaient rendre cette précaution illusoire. Un accident survenu à un train, un manque d'eau, un ralentissement de vitesse dans le train qui précède, ou une accélération dans le train qui suit, pouvait changer perpétuellement cet intervalle de temps réglementaire et entraîner des collisions. Il est vrai que des cantonniers échelonnés de distance en distance sur la voie pouvaient prévenir les trains d'un trop grand rapprochement; mais l'expérience a démontré qu'il ne fallait pas trop se fier à ces indications auxquelles on apportait le plus souvent une grande négligence. On a donc dû chercher un moyen plus sûr, et on a pensé alors à substituer à l'intervalle de temps réglementaire, la distance kilométrique minima devant exister entre deux convois consécutifs. C'est sur ce principe qu'a été combiné le *block-system* qui est aujourd'hui adopté sous une forme ou sous une autre, sur la plupart des chemins de fer du monde entier.

La première application du *block-system* remonte à une date assez reculée. L'exploitation des premières voies ferrées a commencé en 1829, en Angleterre, par la ligne de Liverpool à Manchester. Dans le principe, aucun signal n'était utilisé, et le premier signal à distance fut employé en Angleterre, d'où il fut introduit en France. En 1843, W. F. Cooke, ingénieur anglais établit des règlements pour l'exploitation des chemins de fer qui renfermaient en eux le principe du *block-system*, mais qui, malheureusement, ne furent pas adoptés en pratique d'une manière générale. La première amélioration de l'idée de Cooke est due à M. E. Clarke, successeur de Stephenson; mais c'est en 1847 que les premiers appareils pratiques propres à résoudre les problèmes du *block-system* furent imaginés en France par M. Regnault, alors chef de traction du chemin de fer de Saint-Germain. Ces appareils désignés sous le nom d'*indicateurs de la marche des trains*, étaient, dans l'origine, placés aux stations et aux points principaux de la voie, et ils ont été essayés avec un succès si complet, que les chemins de fer de l'Ouest ont fini par les adopter comme remplissant parfaitement le même but que les appareils du *block-system* employés sur les autres lignes.

Les appareils de M. Regnault avaient pour but d'empêcher deux trains ou deux machines de s'engager sur la même voie entre deux postes indicateurs consécutifs et, par conséquent, de substituer, à l'intervalle de temps réglementaire à maintenir entre les trains qui se suivent, la distance kilométrique qui existe entre chaque poste. Ces appareils admirablement combinés et très-bien construits, résolvent le problème d'une manière beaucoup plus complète que ceux qui ont été préconisés en Angleterre et en Allemagne. On en trouvera la description complète dans notre ouvrage (*Exposé des applications de l'électricité*).

Pour obtenir les résultats de protection que ces appareils doivent donner, la ligne est divisée en un certain nombre

de sections séparées entre elles par un poste muni d'appareils indicateurs ; chaque poste correspond avec les postes voisins de manière à annoncer le départ et l'arrivée des trains ou des machines. A chacun des postes indicateurs, des agents spéciaux ou stationnaires sont spécialement chargés de la manœuvre des appareils sémaphoriques, et le fonctionnement de ces appareils est réglé conformément aux dispositions suivantes :

1° Deux trains ou machines ne doivent pas se trouver en même temps sur la même voie, dans l'intervalle compris entre deux postes indicateurs consécutifs ;

2° Lorsqu'un train ou une machine part d'un poste indicateur, le stationnaire doit le signaler immédiatement à son correspondant du poste suivant, dans le sens de la marche du train, et aussitôt que le train ou la machine a atteint le poste du stationnaire auquel il a été signalé, ce dernier doit répondre par un signal indiquant que ce train ou cette machine est arrivé. On peut alors considérer comme certain que la voie est libre entre les deux postes ;

3° Chaque poste indicateur doit être muni d'appareils à signaux fixes, avancés et manœuvrés dans les conditions ordinaires par les soins du stationnaire. Chacun de ces signaux doit être tourné à l'arrêt aussitôt que le stationnaire a l'assurance qu'il a été dépassé par la machine ou le train survenant, et il doit être maintenu dans cette position jusqu'à ce que cet agent ait reçu, du poste suivant, le signal indiquant que le train ou la machine vient d'atteindre ce poste.

C'est ordinairement à M. Tyer de Dalton que l'on rapporte l'invention du *black-system* ; mais nous avons vu que M. Regnault avait inventé son système longtemps avant lui, et nous allons voir que les deux inventions, si elles diffèrent dans la disposition des appareils, sont les mêmes quant aux effets produits. Le système Tyer est toutefois celui qui est le plus employé quoiqu'il soit moins complet que ceux de MM. Siemens, Lartigue, Preece, Spagnoletti, Daussin, etc.

Dans le système de M. Tyer, l'appareil indicateur porte deux aiguilles, l'une peinte en noir, l'autre peinte en rouge qui s'appliquent aux trains descendants et aux trains montants, mais dont les indications n'ont pas la même acception au poste de départ et au poste d'arrivée ; ainsi, au poste de départ, l'aiguille noire répond au train descendant et, au poste d'arrivée, elle correspond au train montant. Ces deux aiguilles sont du reste placées l'une au-dessous de l'autre, et fonctionnent sous l'influence d'un appareil électro-magnétique au-dessous duquel se trouvent les manipulateurs qui consistent, comme dans l'appareil Regnault, dans deux *poussoirs* qui ont pour effet d'envoyer des courants positifs ou négatifs à travers les récepteurs des deux stations en rapport ; l'un de ces poussoirs est dit *poussoir de voie libre* ; l'autre *poussoir de voie occupée*.

Quand un train abandonne une station pour se diriger sur une autre, le surveillant de la station de départ appuie d'abord sur un commutateur de sonnerie qui prévient son correspondant qu'un train vient de partir. Celui-ci après cet avertissement presse le poussoir de la voie occupée, ce qui ramène sur le mot *voie occupée* l'aiguille noire du premier poste

et l'aiguille rouge du second ; la voie se trouve alors fermée et aussitôt que le train a atteint le poste du stationnaire auquel il a été annoncé, cet agent presse le poussoir de la *voie libre*, ce qui ramène sur le mot *voie libre*, l'aiguille rouge de son récepteur et l'aiguille noire de son correspondant. On peut alors considérer comme certain que la voie est libre entre les deux postes. Les mêmes opérations sont successivement répétées de poste en poste au fur et à mesure de la marche du train,

A chacune des stations où sont installés les appareils Tyer, des signaux sont mis à la disposition des stationnaires pour empêcher les trains de s'engager entre deux postes dans l'intervalle desquels se trouve déjà un premier train ; chacun de ces signaux doit être tourné à l'arrêt, aussitôt qu'un train est engagé sur la voie qu'il est destiné à protéger, et il est maintenu dans cette situation jusqu'à ce que le récepteur ait indiqué que le train vient d'atteindre le poste suivant. A ce moment, le stationnaire commence par tourner le signal avancé à l'arrêt, de manière à protéger ce train, et avant même de donner la voie libre au poste précédent.

Dans les gares, les chefs de gare ne doivent laisser partir les trains ou les machines qu'après s'être assurés auprès du stationnaire que la voie est libre jusqu'au poste suivant, et ces indications sont fournies au moyen de petits signaux indicateurs qui sont placés en tête de chaque quai et qui sont manœuvrés par le stationnaire.

D'après les règlements établis par les compagnies pour l'application du système Tyer, il est enjoint aux mécaniciens et chefs de train, lorsqu'ils auront fait stationner un train devant un poste à l'arrêt pendant cinq minutes sans que ce poste ait reçu le signal de la voie libre, de ne faire marcher le train que très-lentement et avec prudence, se réservant la possibilité d'arrêter le train dans la limite de l'étendue de la voie qui paraît libre, et cette marche lente doit être continuée jusqu'à ce que l'on ait rencontré le train précédent qui est resté probablement en détresse, ou le poste suivant, s'il y a dérangement d'appareils.

Naturellement les postes où sont placés les appareils indicateurs dans les deux systèmes qui précèdent sont pourvus de mâts de signaux pour prévenir les trains quand besoin en est d'après les indications transmises.

Dans le système de M. Siemens, les mâts à signaux sont des espèces de sémaphores dont les bras, au nombre de deux, se meuvent par l'intermédiaire de chaînes et de poulies qui correspondent aux appareils indicateurs placés dans des guérites à côté des sémaphores, et les appareils indicateurs sont tellement disposés que, par la manœuvre même du disque, on fait arriver aux postes correspondants le signal de la *voie libre* ou de la *voie fermée*. Toutefois un poste quelconque ne peut envoyer les courants qui amènent le signal de la *voie libre* au poste précédent, avant d'avoir mis son sémaphore à l'arrêt. Il en résulte que chaque train est toujours couvert par le sémaphore d'un poste, ce qui est un avantage réalisé sur les appareils de Tyer ; car dans ceux-ci il n'y a plus de solidarité entre les sémaphores qui commandent la voie et les appareils qui reçoivent les signaux électriques, ou entre les appareils des différents postes.

Dans le système de MM. Lartigue, Tesse et Prudhomme, le plus perfectionné de tous, les appareils indicateurs sont fixés sur les sémaphores eux-mêmes, et sont reliés avec leurs bras de telle manière qu'ils peuvent se déplacer sous l'influence seule de l'électricité. Grâce à ce moyen d'action, on a pu faire en sorte que la manœuvre même du sémaphore ait pour résultat l'envoi d'un signal optique et électrique à la station voisine d'aval, envoi dont l'arrivée à destination peut être certifiée par la répétition du signal sur un indicateur disposé au-dessus de l'appareil transmetteur, d'où il résulte que tous les signaux tant optiques qu'électriques sont mis en jeu sous l'influence d'une même manœuvre. De plus, les appareils se trouvent enclanchés par le fait même de la manœuvre, et de telle manière qu'ils ne peuvent être libres d'être manœuvrés de nouveau que sous l'influence d'un déclanchement effectué par la station en aval, dont le courant déplace en ce moment l'indicateur d'arrêt pour le remplacer par l'indicateur de passage. Or, cette action déterminée par la station d'aval suit celle qui doit être produite à cette station pour couvrir la section de la voie qu'elle commande.

Ainsi la position de l'aile sémaphorique d'un poste est, par ce système, solidaire de celle de l'indicateur du poste correspondant tous deux étant apparents ou effacés en même temps. L'enclanchement est fait mécaniquement, mais le déclanchement est fait électriquement, et tout signal électrique, après avoir été annoncé par le jeu d'un carillon, est immédiatement contrôlé par un accusé de réception qui se fait automatiquement et qui donne au poste expéditeur la certitude que le signal a été effectué.

Les différents systèmes indicateurs de la marche des trains ont été appliqués d'une manière spéciale pour les passages à niveau et les tunnels, pour les chemins à deux voies ou à une voie et au point de croisement de plusieurs lignes; mais nous ne pouvons entrer dans aucuns détails à cet égard, et nous renvoyons le lecteur à notre ouvrage.

Les dispositions électriques pour le service des gares et des convois comprennent : 1° les contrôleurs des manœuvres; 2° les indicateurs des niveaux d'eau dans les cuves à eau; 3° les communications électriques à travers les trains; 4° les freins électriques. Les meilleures dispositions des contrôleurs sont dues à M. Lartigue, et les indicateurs des niveaux d'eau ont été habilement disposés par MM. Viney et Joussetin et par M. Lartigue. Les communications électriques à travers les trains, qui permettent de faire fonctionner de l'intérieur des wagons des sonneries d'appel placées près du chef du train, ont été habilement combinées par M. Prud'homme et ont fourni de très-bons résultats. Il est à regretter que ce système ne soit pas établi d'une manière générale. Enfin les freins électriques disposés d'une manière très-ingénieuse par M. Achard, ont permis de produire à distance et simultanément sur tous les wagons une action d'embrayage assez prompte pour arrêter le convoi après un faible parcours. Ce système a été perfectionné par M. Masui, mais on semble donner la préférence au frein à contre-vapeur ou à ceux fondés sur l'action du vide (*vacuum break*). MM. Delebecque et Banderali, en appliquant à ce dernier frein le sifflet automatique de M. Lartigue, sont parvenus à obtenir, en

cas de signal d'arrêt, non-seulement le son prolongé du sifflet mais encore l'arrêt automatique du train.

On a fait encore des expériences pour augmenter la force de traction des locomotives en aimantant leurs roues. Ce système a même bien réussi en Amérique où il a fonctionné pendant longtemps sur le chemin de fer de New Jersey, mais on n'a pas donné suite à cette idée en Europe.

Tels sont les moyens électriques appliqués jusqu'ici sur les chemins de fer; ils sont, comme on le voit, un progrès accompli; mais ils sont loin de satisfaire aux aspirations du public, et nous aimons à espérer qu'on mettra à l'étude d'une manière sérieuse les systèmes à avertissements automatiques provoqués sur les trains en mouvement, système dont nous parlerons dans un prochain article.

TH. DU MONCEL.

(A suivre.)